

## JP10032557A RELAY SYSTEM, TRANSMITTER AND REPEATER USED FOR THE SAME

### Bibliography

#### DWPI Title

Relay system using SFN for ground digital broadcasting has relay apparatus which demodulates received signal from transmitter as second orthogonal-crossing frequency division signal and retransfer demodulated signal to receiver that directly receives modulated signal from transmitter

#### Original Title

RELAY SYSTEM, TRANSMITTER AND REPEATER USED FOR THE SAME

#### Assignee/Applicant

Standardized: NEC CORP

Original: NEC CORP

#### Inventor

ARAZEKI TAKU

#### Publication Date (Kind Code)

1998-02-03 (A)

#### Application Number / Date

JP1996184828A / 1996-07-15

#### Priority Number / Date / Country

JP1996184828A / 1996-07-15 / JP

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a relay system in which a distance between a transmitter and a repeater is extended or a period of a guard interval being a redundant period is reduced so as to increase transmission capacity and a transmitter and a repeater used for the same.

**SOLUTION:** The time required for information to be transmitted from a transmitter 1 is a sum of a propagation time of a radio wave 21 between the transmitter 1 and a repeater 11 and a time required for signal processing by the repeater 11. A hierarchy modulation circuit 3 assigns a high-order 2-bit (lower-order bits (receptible even at a low C/N)) to a receiver signal (a) and assigns a low-order 2-bit (higher-order bits (reception disable at a low C/N)) to the receiver signal (a) and the result is subjected to a hierarchical processing and an OFDM(orthogonal frequency division multiplex modulation). The repeater 11 uses a hierarchical demodulation circuit 14 to conduct OFDM demodulation and outputs only the repeater signal assigned to the high-order bits.

特開平10-32557

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|--------|
| H 0 4 J 11/00             |      |        | H 0 4 J 11/00 | Z      |
| H 0 4 B 7/15              |      |        | H 0 4 B 7/15  | Z      |
|                           |      | 7/26   | 7/26          | A      |
| H 0 4 L 27/34             |      |        | H 0 4 L 27/00 | E      |

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

|           |                  |          |                                        |
|-----------|------------------|----------|----------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平8-184828      | (71) 出願人 | 000004237<br>日本電気株式会社<br>東京都港区芝五丁目7番1号 |
| (22) 出願日  | 平成8年(1996) 7月15日 | (72) 発明者 | 荒関 卓<br>東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内       |
|           |                  | (74) 代理人 | 弁理士 松浦 兼行                              |

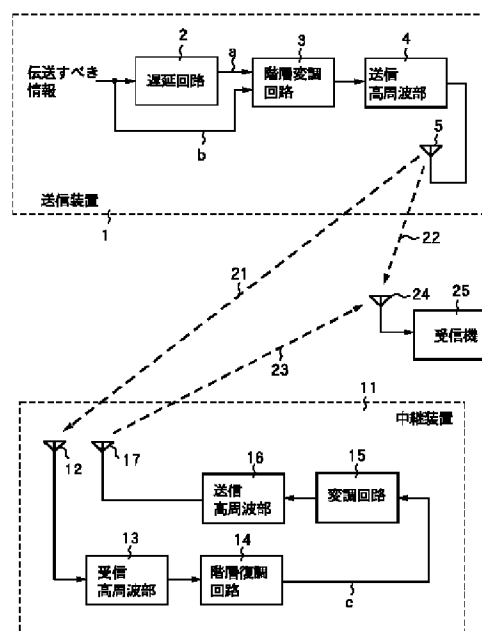
(54) 【発明の名称】 中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置

(57) 【要約】

【課題】 遅延時間差をOFDM信号のガードインターバルの期間内に抑えるためには、従来は送信装置と中継装置との距離を狭くするか、又はガードインターバルの期間を長くする必要がある。二周波数ネットワークは周波数利用効率がSFNよりも悪く、また、移動受信には適さない。

【解決手段】 送信装置1において、伝送すべき情報は遅延回路2により、送信装置1と中継装置11との間で電波21が伝搬する時間に、中継装置11の信号処理に要する時間を加算した時間とする。階層変調回路3は受信機用信号aには上位2ビット（低次（低C/N時でも受信可）側）を割り当て、中継装置用信号bには下位2ビット（高次（低C/N時には受信不能）側）を割り当てて階層化してから、OFDM変調する。中継装置11においては、階層復調回路14によりOFDM復調し、高次側に割り当てられた中継装置用信号のみを出力する。

本発明の第1の実施形態のブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信装置が伝送すべき情報を所定の変調方式で変調した後所定周波数で送信し、中継装置が前記送信装置が送信した電波を受信及び復調した後再度変調して前記伝送すべき情報を、前記送信装置と同一周波数を用いて再送信し、受信機により前記送信装置及び中継装置の一方又は両方からの送信電波を受信させる中継方式において、

前記送信装置は、前記中継装置が再送信するための中継装置用信号と、前記受信機へ直接送信するための受信機用信号とを階層化により重畳すると共に第1の直交周波数分割多重信号に変調して送信し、前記中継装置は、前記送信装置が送信した電波を受信して前記中継装置用信号を分離復調した後再度変調して第2の直交周波数分割多重信号として再送信することを特徴とする中継方式。

【請求項2】 伝送すべき情報を送信点から中継点までの電波伝搬時間と前記中継装置の信号処理時間との和の時間に相当する時間遅延して受信機用信号を出力する遅延回路と、

該受信機用信号と共に、前記遅延回路に入力される前記伝送すべき情報を中継装置用信号として入力され、これら受信機用信号と中継装置用信号とをそれぞれ異なるビットに割り当てて階層化し直交周波数分割多重変調する階層変調回路と、

該階層変調回路の出力変調信号を所定周波数帯に変換して送信する送信部とを有することを特徴とする請求項1記載の中継方式に用いる送信装置。

【請求項3】 前記中継装置が複数ある場合に、伝送すべき情報を送信点から複数の各中継点までのそれぞれの電波伝搬時間に該各中継点に配置されている前記複数の中継装置の信号処理時間を加えた時間のうち、最大の時間を遅延時間として前記遅延回路に設定したことを特徴とする請求項2記載の送信装置。

【請求項4】 前記階層変調回路は、前記受信機用信号は低次側に、かつ、前記中継装置用信号は高次側に階層化することを特徴とする請求項2又は3記載の送信装置。

【請求項5】 前記階層変調回路は、ノンユニフォーム16QAM又はノンユニフォーム16DAPSKにより階層化を行い、複数の搬送波のそれぞれが該ノンユニフォーム16QAM又はノンユニフォーム16DAPSKで変調された直交周波数分割多重信号を出力することを特徴とする請求項2又は3記載の送信装置。

【請求項6】 前記送信装置が送信した電波を受信する受信部と、

該受信部が受信した信号から前記中継装置用信号を復調する階層復調回路と、

復調された該中継装置用信号を所定の変調方式で変調した直交周波数分割多重信号を出力する変調回路と、

該変調回路の出力信号を前記送信装置と同一周波数帯に

変換して送信する送信部とを有することを特徴とする請求項1記載の中継方式に用いる中継装置。

【請求項7】 前記送信装置の送信時刻と、自装置が送信する時刻とをほぼ一致させるための遅延回路を、前記階層復調回路の入力側又は出力側に設けたことを特徴とする請求項6記載の中継装置。

【請求項8】 前記変調回路は、複数の搬送波のそれぞれが前記中継装置用信号でQPSK変調された直交周波数分割多重を生成出力することを特徴とする請求項5又は6記載の中継装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置に係り、特に受信機が送信装置及び中継装置の一方又は両方から直交周波数分割多重信号を受信する中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置に関する。

【0002】

【従来の技術】地上デジタル放送の変調方式として、直交周波数分割多重（OFDM）方式が検討されている。OFDM方式は、ガードインターバルと呼ばれる冗長な期間を設けることが可能であり、このガードインターバル期間内の遅延時間のゴースト（マルチパス）に対して、シングルキャリア方式のデジタル放送方式に比較して非常に強い耐性を有している。このため、単一周波数ネットワーク（SFN）と呼ばれる単一周波数による中継が可能となり、受信機は送信装置及び中継装置の一方又は両方から同一周波数で同一内容の直交周波数分割多重信号を受信することができる。

【0003】また、このことを利用し、ビル影等の電界強度が低下する場所での送受信に対して、ギャップファイラーと呼ばれる同一周波数を使用する中継装置（再送信装置）により安定な伝送状態を維持することも可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、単一周波数を用いて中継を行う場合、中継点に設けられる中継装置は送信点に設けられた送信装置の電波を受信し、そのまま増幅して再送信するため、再送信する信号が、送信点と中継点との間の電波伝搬時間の遅れ並びに中継装置自体の信号処理（増幅）に必要な時間の遅れを有したものとなり、送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波との間に時間差を生ずる結果、受信点におけるゴースト（マルチパス）の遅延時間差が大きくなる。

【0005】受信点において、送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波との間の遅延時間差が最も大きくなるのは、送信装置と中継装置とを結ぶ直線上に受信点が位置し、かつ、送信装置から見て中継装置とは反対の方向に受信点が位置する場合である。こ

の場合の遅延時間差は、送信装置と中継装置との間の電波伝搬時間の2倍に中継装置自体の信号処理（増幅）に必要な時間を加えたものとなる。

【0006】このような遅延時間差をOFDM信号のガードインターバルの期間内に抑えるためには、従来は送信装置と中継装置との距離を狭くするか、又はガードインターバルの期間を長くする必要がある。また、上記の従来の中継方式では、ガードインターバルの期間を越える遅延時間を有するゴースト（マルチパス）が存在する場合には、急激に伝送品質が劣化する。一方、ガードインターバルは冗長な期間であり、この期間を長くすることは伝送容量の低下を招く。

【0007】一方、従来より二つの周波数帯域を使用する二周波数ネットワーク（DFN）が提案されている（都竹愛一郎他、「OFDMによる地上デジタル放送—二周波放送中継（DFN）の検討」、1995年テレビジョン学会年次大会予稿集、277頁～278頁）。このDFNは、1番組当たり二つの周波数を交互に繰り返し用いる方式であるため、このDFNを採用することにより、ゴーストによる伝送品質の低下が軽減される。

【0008】しかしながら、このDFNは二つの周波数帯を使用することから、周波数利用効率がSFNよりも悪く、また、番組素材の中継の場合には二つの周波数帯を使用することは困難である。更に、DFNでは受信者が二つの周波数帯を受信点に応じて選択して受信する必要があり、移動受信には適さない。

【0009】本発明は以上の点に鑑みなされたもので、送信装置と中継装置が同一の周波数を用いるSFNにおいて、送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波の受信点での遅延時間差を小さくし得る中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置を提供することを目的とする。

【0010】また、本発明の他の目的は、送信装置と中継装置の距離の長距離化あるいは、冗長な期間であるガードインターバルの期間を短くして伝送容量を大きくし得る中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の中継方式は、送信装置が伝送すべき情報を所定の変調方式で変調した後所定周波数で送信し、中継装置が送信装置が送信した電波を受信及び復調した後再度変調して伝送すべき情報を、送信装置と同一周波数を用いて再送信し、受信機により送信装置及び中継装置の一方又は両方からの送信電波を受信させる中継方式において、送信装置は、中継装置が再送信するための中継装置用信号と、受信機へ直接送信するための受信機用信号とを階層化により重畳すると共に第1の直交周波数分割多重信号に変調して送信し、中継装置は、送信装置が送信した電波を受信して中継装置用信号を分離復調した後

再度変調して第2の直交周波数分割多重信号として再送信することを特徴とする。

【0012】この発明では、中継装置へ向けた中継装置用信号が、送信装置から受信機へ向けた受信機用信号に重畳されているため、送信装置内の同一の送信部から受信機と中継装置の両方にむけてそれぞれの信号を同時に送信することができる。

【0013】また、上記の目的を達成するため、本発明の送信装置は、伝送すべき情報を送信点から中継点までの電波伝搬時間と中継装置の信号処理時間との和の時間に相当する時間遅延して受信機用信号を出力する遅延回路と、受信機用信号と共に、遅延回路に入力される伝送すべき情報を中継装置用信号として入力され、これら受信機用信号と中継装置用信号とをそれぞれ異なるビットに割り当てて階層化し直交周波数分割多重変調する階層変調回路と、階層変調回路の出力変調信号を所定周波数帯に変換して送信する送信部とを有する構成としたものである。

【0014】送信装置から送信する信号のうち、中継装置を介さずに直接に受信点に向けた受信機用信号は、送信装置から中継装置へ向けた中継装置用信号に対して送信点と中継点との間の電波伝搬時間に、中継装置自体の信号処理（増幅、復調、再変調）に必要な時間を加えた時間だけ遅延回路により遅延された情報である。このため、本発明では、中継装置から受信機へ再送信される信号と、送信装置から受信機へ送信される受信機用信号の送信タイミングをほぼ一致させることができ、これらの信号は送信装置と中継装置において常に同じ情報内容となる。

【0015】この結果、受信機において、送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波との間の遅延時間差が最も大きくなる場合においても、その遅延時間差は送信装置と中継装置との間の電波伝搬時間を越えることはない。従って、従来の中継方式に比較し、受信機における送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波との間の遅延時間差は2分の1以下になる。

【0016】また、本発明では送信装置は中継装置が複数ある場合に、伝送すべき情報を送信点から複数の各中継点までのそれぞれの電波伝搬時間に各中継点に配置されている複数の中継装置の信号処理時間を加えた時間のうち、最大の時間を遅延時間として遅延回路に設定した構成とし、中継装置は送信装置の送信時刻と、自装置が送信する時刻とをほぼ一致させるための遅延回路を、階層復調回路の入力側又は出力側に設けるようにしたため、複数の中継装置から受信機へ再送信される信号と、送信装置から受信機へ送信される受信機用信号の送信タイミングをほぼ一致させることができる。

【0017】更に、本発明では階層変調回路が、受信機用信号は低次側に、かつ、中継装置用信号は高次側に階

層変調する構成としたため、中継装置における受信所要  $C/N$  は高くなるが、ビルの屋上などの受信環境の良い所に設置することが可能な中継装置では、一般の受信機よりも高い  $C/N$  で送信装置からの電波を受信できる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

【0019】図1は本発明になる中継方式及びこれに用いる送信装置及び中継装置の第1の実施の形態のブロック図を示す。この実施の形態の中継方式は、送信装置1と中継装置11が同一周波数で同一内容のOFDM信号を送信し、受信機25がそのOFDM信号を受信する方式であり、送信装置1が階層変調回路3を有し、中継装置11が階層復調回路14を有する点に特徴がある。

【0020】送信装置1は、伝送すべき情報を遅延する遅延回路2と、この遅延回路2の出力信号が受信機用信号aとして、また伝送すべき情報が中継装置用信号bとしてそれぞれ入力されて、これらの信号を階層化しOFDM変調する階層変調回路3と、階層変調回路3の出力信号を増幅及び高周波の送信帯域に周波数変換して空中線5を介して送信する送信高周波数部4から構成されている。なお、階層変調回路3では、受信機用信号aは低次（低搬送波電力対雑音電力比（ $C/N$ ）時も受信可能）側に、中継装置用信号bは高次（低 $C/N$ 時には受信不能）側に階層変調する。階層変調回路3は、例えば図2のブロック図に示すように、マッピング回路6と、逆高速フーリエ変換（IFFT）回路7と直交変調回路8とからなる。

【0021】中継装置11は、送信装置1からの電波21を受信する空中線12と、空中線12からの受信信号から所要周波数帯域の信号を抽出、増幅する受信高周波部13と、受信高周波部13からの受信高周波信号をOFDM復調して、階層化された信号を分離し、更に高次側の信号である中継装置用信号cを得る階層復調回路14と、中継装置用信号cをOFDM変調する変調回路15と、変調回路15の出力OFDM信号を増幅及び高周波数帯に変換する送信高周波部16と、送信高周波部16の出力高周波信号を電波23として送信する空中線17とから構成されている。階層復調回路14は例えば図3のブロック図に示すように、直交復調器18と、高速フーリエ変換（FFT）回路19と、判別回路20から構成されている。

【0022】なお、空中線17から送信される電波23の周波数は、送信装置1からの電波21及び22と同じ周波数とする。また、受信機25は、送信装置1から送信された電波22と中継装置11から送信された電波23とを空中線24で受信後復調する。

【0023】次に、この実施の形態の動作について、図4及び図5を併せ参照して詳細に説明する。図4（A）は送信装置1が設置された送信点31、中継装置11が

設置された中継点32、受信機25の位置である受信点33の位置関係を示す図であり、 $t_1$ 、 $t_2$ 及び $t_4$ はそれぞれ送信点31と受信点33の間、送信点31と中継点32の間、及び中継点32と受信点33の間の電波伝搬に要する遅延時間を示し、 $t_3$ は中継点32に設置された中継装置11での処理時間、つまり再送信に必要な遅延時間を示す。

【0024】受信点33では、送信点31から送られてくる電波34と中継点32から送られてくる電波36とを同時に受信する。いま、中継点32に設置された中継装置11が送信点31から送られてきた電波35を単に増幅して再送信するものであるとすると、受信点33では送信点31から送られてくる電波34と、中継点32から送られてくる電波36との間に（ $t_2 + t_3 + t_4 - t_1$ ）なる遅延時間差を生ずる。

【0025】図4（B）はこのときの電波34の信号37と電波36の信号38との受信点33における時間関係を示す図である。信号37及び38は同じ内容の信号であるが、遅延時間差 $t_5$ を生じている。この遅延時間差 $t_5$ は前記遅延時間差（ $t_2 + t_3 + t_4 - t_1$ ）である。それぞれの信号37及び38は情報d1とガードインターバルd2から1シンボルを構成している。OFDM復調には、この1シンボル期間内の任意の期間から情報d1の部分に相当する長さの期間を抽出する。

【0026】図4（B）においては、復調区間 $t_6$ がこれに相当する。しかし、信号37と信号38との遅延時間差 $t_5$ が大きく、信号37と信号38とが合成された場合には、シンボル間干渉区間 $t_7$ を生ずる。このシンボル間干渉区間 $t_7$ では、異なる情報を持つシンボルが合成されるため、復調後に本来の情報に誤りを生ずる。つまり、遅延時間差 $t_5$ がガードインターバルd2の期間よりも長い場合には、少なくともその時間差に相当するシンボル間干渉区間 $t_7$ を生じ、誤りを生ずる。

【0027】本実施の形態はこのシンボル間干渉区間を生じさせないことを目的とするものであり、送信装置1と中継装置11とにより図4（A）に示す（ $t_2 + t_3$ ）に相当する遅延時間の補償を行うことにより、遅延時間差 $t_5$ を（ $t_4 - t_1$ ）とするものである。図4

（C）はこのときの電波34の信号37と電波36の信号38との受信点33における時間関係を示している。同図に示すように、遅延時間差 $t_5$ がガードインターバルd2の期間よりも短く、シンボル干渉区間を生じない。

【0028】次に、階層変調について図5と共に説明する。図5（A）はノンユニフォーム16QAM（直交振幅変調）のコンスタレーションを示すものであり、図中の4桁の数字は各信号点に割り当てられた4ビットの符号を示す。各数字の上位2ビットは各信号点が位置する象限に対応しており、下位2ビットは各象限内の信号点の位置に対応している。上位2ビットについては、各符

号の距離が大きく、低C/Nでの伝送が可能であるが、下位2ビットについては、各符号の距離が小さく上位2ビットに比較して高いC/Nが要求される。従って、低次（低C/N時も受信可能）側の情報を上位2ビットに割り当て、高次（低C/N時には受信不能）側の情報を下位2ビットに割り当てることにより、階層変調が可能となる。

【0029】また、上位2ビットについては、図5（B）に示すQPSK（4相位相変調）のコンスタレーションと同じ数字が割り当てられている。従って、図5（A）に示すノンユニフォーム16QAMの信号のうち、低次（低C/N時も受信可能）側の信号のみが受信できればよい場合には、ノンユニフォーム16QAMの信号を図5（B）に示すQPSKの信号として処理を行うことができる。

【0030】図5（C）はノンユニフォーム16DAPSK（差動振幅位相変調）のコンスタレーションを示すものである。図中の4桁の数字は各信号点に割り当てられた4ビットの符号を示す。この場合も、ノンユニフォーム16QAMと同じく、上位2ビットは各信号点が位置する象限に対応しており、下位2ビットは各象限内の信号点の位置に対応している。従って、同様に低次（低C/N時も受信可能）側の信号のみが受信できればよい場合には、ノンユニフォーム16DAPSKの信号を図5（B）に示すQPSKの信号として処理を行うことができる。

【0031】再び図1に戻って動作について説明するに、送信装置1において、伝送すべき情報は2分配され、一方は遅延回路2により所定時間遅延される。この遅延時間は、送信装置1と中継装置11との間を電波21が伝搬する時間（図4（A）の $t_2$ ）に、中継装置11の信号処理に要する時間（図4（A）の $t_3$ ）を加算した時間とする。従って、図4（A）に示した例では、この遅延時間は（ $t_2 + t_3$ ）に設定され、遅延時間差 $t_5$ を（ $t_4 - t_1$ ）とする。遅延回路2により遅延された信号は、受信機用信号aとなる。遅延回路2の遅延時間をこのように定めることにより、送信装置1と中継装置11とから同じタイミングで情報を送信することができる。

【0032】2分配された伝送すべき情報の他方は、中継装置用信号bとして直接に階層変調回路3に供給される。階層変調回路3は上記の中継装置用信号bと遅延回路3よりの受信機用信号aとを入力信号として受け、これらを階層化した上でOFDM変調を行う。すなわち、階層変調回路3は図2のブロック図に示す構成とされており、入力された受信機用信号aと中継装置用信号bとをマッピング回路6においてOFDM信号を構成する各搬送波へそのデータが割り振られると共に、図5（A）又は図5（C）に示すI、Q軸からなる複素平面上に、受信機用信号aと中継装置用信号bがそれぞれ低次側、

高次側に配置されることにより、階層化される。

【0033】ここで、階層化には図5（A）に示したコンスタレーションのノンユニフォーム16QAMや、同図（C）に示したコンスタレーションのノンユニフォーム16DAPSKが使用され、受信機用信号aには上位2ビット（低次（低C/N時も受信可能）側）を割り当て、中継装置用信号bには下位2ビット（高次（低C/N時には受信不能）側）を割り当てる。この結果、受信機25へ向けた情報（すなわち、受信機用信号a）は、低C/N時にも受信可能となる。

【0034】図2において、IFFT回路7はOFDM信号を構成する多数の搬送波の数に相当する数の複素信号入力部（実数部入力部と虚数部入力部）を有しており、マッピング回路6から出力された、図5（A）又は同図（C）に示したI、Q軸からなる複素平面上の座標に相当する信号が、対応する入力部に入力されて複素の逆フーリエ変換を行うことにより、周波数軸上の入力信号を時間軸上の複素信号（データシンボル列）に変換する。この複素信号は直交変調器8に供給されて直交変調されることにより、高周波数のOFDM信号とされる。

【0035】階層変調回路3より取り出されたOFDM信号は、図1に示した送信高周波部4により増幅及び送信周波数帯に周波数変換された後、空中線5から中継装置11及び受信機25に対して電波21、22として送信される。

【0036】中継装置11においては、送信装置1からの電波21を空中線12により受信し、受信高周波部13で所要周波数帯域の信号を抽出、増幅した後に階層復調回路14によりOFDM復調し、階層化された信号を分離する。すなわち、階層復調回路14は図3のブロック図に示す構成とされており、受信信号を直交復調器18により直交復調して時間軸上の複素信号を得、その複素信号をFFT回路19に供給して複素の高速フーリエ変換させることにより、周波数軸上の受信信号を出力させ、更にこの受信信号を判別回路20に供給して順次しきい値との比較によりI、Q軸に対応したデジタル信号を復調出力する。

【0037】中継装置11において、ノンユニフォーム16QAM信号を復調する場合、ノンユニフォーム16QAMのコンスタレーションが64QAMのコンスタレーションの部分集合である場合には、判別回路20では64QAMとしての判別、つまりI、Qの各軸においてそれぞれ等間隔の8段階の値をとるものとして、通常の64QAM信号と同様のしきい値により判別することができる。

【0038】中継装置11においては、階層変調されたノンユニフォーム16QAMの情報のうち、高次側の中継装置用信号bの情報のみが再送信のために必要であり、低次側の受信機用信号aの情報は不要であるので、ノンユニフォーム16QAM信号を判別した結果のう

ち、象限の情報（図5（A）に示した上位2ビット）は捨てられ、象限内の情報（図5（A）に示した下位2ビット）のみを出力し、図1の変調回路15へ供給する。

【0039】すなわち、階層復調回路14は送信装置1の階層変調回路3により高次（低C/N時には受信不能）側に割り当てられた中継装置用信号のみを出力するようになされている。中継装置11は、ビルの屋上や山の頂上等の受信環境の良い所に設置することが可能なため、一般の受信機よりも高いC/Nで送信装置1からの電波21を受信することができるので、高次（低C/N時には受信不能）側に割り当てられた信号でも十分に誤りなく復調することができる。

【0040】階層復調回路14の出力信号、つまり中継装置用信号cは変調回路15に供給され、ここでQPSKによるOFDM変調された後、送信高周波部16により送信装置1からの電波21と同一周波数に変換され、空中線17から受信機25に対して電波23として送信される。

【0041】受信機25においては、送信装置1から送信された電波22と中継装置11から送信された電波23とを空中線24で受信する。送信装置1から送信された電波22は、中継装置用の情報を含むノンユニフォーム16QAMやノンユニフォーム16DAPSKで各搬送波が変調されたOFDM信号であり、一方、中継装置11から送信された電波23はQPSKで各搬送波が変調されたOFDM信号であり、変調方式が異なる。しかし、受信機25では電波22及び23のうち低次（低C/N時も受信可能）側の信号のみが受信できればよく、また、前述したように、電波22のノンユニフォーム16QAMの信号、あるいはノンユニフォーム16DAPSKの信号を、電波23と同じQPSKの信号として処理を行うことができるため、受信機25は両電波を同時に受信して両者が合成された信号をQPSKの信号として復調できることとなる。

【0042】このように、この実施の形態によれば、送信装置1と中継装置11との情報送信のタイミングを一致させることが可能であるため、従来と同じガードインターバル期間の場合は従来よりも送信装置1と中継装置11との距離を長くすることができ、サービスエリアを拡大できる。また、送信装置1と中継装置11との距離が従来と同じ場合は、冗長な期間であるガードインターバルの期間を短くすることが可能となり、これにより伝送する情報量を増加できる。

【0043】また、中継装置11へは階層変調した情報を送信するようにしているので、送信装置1から受信装置25へ向けた信号に中継装置11へ向けた情報を重畳することができ、専用の回線を不要にできる。

【0044】次に、本発明になる中継装置の第2の実施の形態について説明する。図6（A）は本発明になる中継装置の第2の実施の形態のブロック図を示す。同図

中、図1と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。図6（A）に示す第2の実施の形態の中継装置41は、図1に示した中継装置11に遅延回路43を付加することにより、中継点が複数の場合に使用可能としたものである。

【0045】すなわち、図1に示した第1の実施の形態は送信点と中継点とが各1個所の場合の例であるが、中継点が複数要求される場合もあり得る。図6（C）は中継点が52及び53で示す如く、送信点51に対して2個所設けられた位置関係を示す。この場合、送信点51と中継点52の間の電波伝搬に要する遅延時間は $t_8$ で、送信点51と中継点53の間の電波伝搬に要する遅延時間は $t_9$ であり、それらの遅延時間 $t_8$ 及び $t_9$ は等しくなく、それらの距離も等しくないものとする。

【0046】このような場合には、図1に示した遅延回路2の遅延時間を一意に定めることはできない。そこで、この第2の実施の形態の中継装置41は、このような場合に、図1に示した遅延回路2の遅延時間を一意に定めることができるようにした中継装置である。図6

（A）に示した中継装置41を使用するに当たっては、図1に示した遅延回路2の遅延時間を、中継点と送信点との間の電波伝搬に要する遅延時間に中継装置の信号処理による遅延時間を加えた合計の遅延時間が最大になる中継装置の遅延時間に合わせる。この結果、遅延時間が最大になる中継装置以外の中継装置では、送信点よりも早いタイミングで信号を送信することとなる。

【0047】図6（A）に示す中継装置41では、このタイミングのずれを防止するために、遅延回路43が階層復調回路14の出力に設けられ、階層復調回路14の出力復調信号を遅延して変調回路15に供給する。この遅延回路43の遅延時間は、当該中継装置が位置する中継点と送信点との間の電波伝搬に要する遅延時間に、当該中継装置の信号処理による遅延時間を加えた合計の遅延時間に対しての送信装置に設けられた遅延回路2の遅延時間の差に設定される。これにより、送信点と各中継点のタイミングが一致する。

【0048】例えば、図6（C）において、 $t_9 > t_8$ であり、かつ、中継点52及び53のそれぞれにおいて中継処理のために時間 $t_3$ を要するものとする、送信点51に配置された送信装置1内の遅延回路2の遅延時間は $(t_9 + t_3)$ に設定され、中継点53の中継装置と送信点51の送信装置1とから実質的に同じタイミングで情報を送信させる。

【0049】更に、この場合、中継点52の中継装置41内の遅延回路43の遅延時間は $(t_9 - t_8)$ に設定される。これにより、送信点51に配置された送信装置1と中継点52及び53にそれぞれ配置された中継装置41の送信タイミングが実質的に一致する。なお、中継点53に配置される中継装置は図1に11で示した中継装置と、図6（A）に示した中継装置41のいずれも使

用可能であるが、中継装置 4 1 の場合は遅延回路 4 3 の遅延時間は 0 に設定される。

【0050】なお、遅延回路 4 3 はデジタル信号を遅延させる回路であるため、デジタル処理が可能である。具体的には、メモリを使用し、その書き込み番地と読み出し番地との間の差により遅延時間を定めることができる。従って、遅延時間の設定変更を容易に行える。

【0051】次に、本発明になる中継装置の第 3 の実施の形態について説明する。図 6 (B) は本発明になる中継装置の第 3 の実施の形態のブロック図を示す。同図中、図 1 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。図 6 (B) に示す第 3 の実施の形態の中継装置 4 5 は、図 1 に示した中継装置 1 1 に遅延回路 4 7 を付加することにより、第 2 の実施の形態と同様に、中継点が複数の場合に使用可能としたものである。ただし、第 2 の実施の形態では、遅延回路 4 3 を階層復調回路 1 4 の出力側に設けたが、この第 3 の実施の形態の中継装置 4 5 では、図 6 (B) に示すように、遅延回路 4 7 を階層復調回路 1 4 の入力側に設けた点に特徴がある。

【0052】遅延回路 4 7 の遅延時間及び動作は第 2 の実施の形態の遅延回路 4 3 のそれと同様であるので説明は省略する。この遅延回路 4 7 はアナログ、デジタルのどちらでも構成することができる。デジタル処理の場合は、第 2 の実施の形態と同様に、メモリの書き込み、読み出しの番地制御により遅延時間を定めることができる。また、アナログ処理の場合には、高い周波数帯での処理が可能のため、公知の SAW (表面弾性波) 素子による遅延線を使用することも可能であり、この場合には遅延時間の設定の自由度は低いが小型化が可能である。

【0053】上記の第 2 及び第 3 の実施の形態の中継装置 4 1、4 5 を用いた中継方式は、第 1 の実施の形態と同様の長を有すると共に、中継点が複数ある中継方式に適用可能であるという長を有する。

#### 【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、送信装置内の同一の送信部から受信機と中継装置の両方に向けてそれぞれの信号を同時に送信することができるため、中継装置用の回線を不要にできる。

【0055】また、本発明によれば、中継装置から受信機へ再送信される信号と、送信装置から受信機へ送信される受信機用信号の送信タイミングをほぼ一致させることで、これらの信号が送信装置と中継装置において常に同じ情報内容としたため、従来の中継方式と比較し、受信機における送信装置から送信される電波と中継装置から再送信される電波との間の遅延時間差は 2 分の 1 以下にでき、よって、従来の中継方式と同じガードインターバル期間の場合は送信装置と中継装置との距離を長くすることができ、サービスエリアを拡大することができ

る。

【0056】また、本発明によれば、送信装置と中継装置の距離が従来の中継方式と同じ場合では、冗長な期間であるガードインターバルの期間を低減することができるため、伝送する情報量を従来よりも増加させることができる。

【0057】更に、本発明によれば、送信装置は中継装置が複数ある場合に、伝送すべき情報を送信点から複数の各中継点までのそれぞれの電波伝搬時間に各中継点に配置されている複数の中継装置の信号処理時間を加えた時間のうち、最大の時間を遅延時間として遅延回路に設定した構成とし、中継装置は送信装置の送信時刻と、自装置が送信する時刻とをほぼ一致させるための遅延回路を、階層復調回路の入力側又は出力側に設け、複数の中継装置から受信機へ再送信される信号と、送信装置から受信機へ送信される受信機用信号の送信タイミングをほぼ一致させるようにしたため、複数の中継装置が存在する中継方式においても、上記の各効果を損なうことのないシステムを構築できる。

【0058】更に、本発明によれば、ビルの屋上などの受信環境の良い所に設置することが可能な中継装置では、一般の受信機よりも高い C/N で送信装置からの電波を受信できるため、受信機用信号は低次側に、かつ、前記中継装置用信号は高次側に階層変調することにより、受信機用信号及び中継装置用信号ともに十分誤りなく受信復調することができる。

【0059】また、更に、本発明は基本的には S/FN であるため、D/FN に比し周波数利用効率が良く、また移動受信にも適している。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態のブロック図である。

【図 2】図 1 中の階層変調回路の一例のブロック図である。

【図 3】図 1 中の階層復調回路の一例のブロック図である。

【図 4】中継方式における送信点、中継点及び受信点の位置関係と、信号の時間関係の説明図である。

【図 5】図 1 における階層変調回路を説明するコンスタレーション図である。

【図 6】本発明の中継装置の第 2 及び第 3 の実施の形態のブロック図と、送信点と中継点との電波伝搬時間等の説明図である。

#### 【符号の説明】

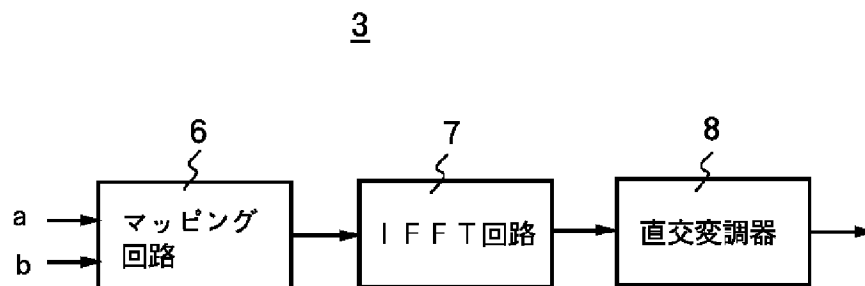
- 1 送信装置
- 2 遅延回路
- 3 階層変調回路
- 4 送信高周波部
- 6 マッピング回路
- 7 逆高速フーリエ変換 (IFFT) 回路



- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 8 直交変調器            | 25 受信機       |
| 11、41、45 中継装置      | 31、51 送信点    |
| 13 受信高周波部          | 32、52、53 中継点 |
| 14 階層復調回路          | 33 受信点       |
| 15 変調回路            | 43、47 遅延回路   |
| 16 送信高周波部          | a 受信機用信号     |
| 18 直交復調器           | b、c 中継装置用信号  |
| 19 高速フーリエ変換（FFT）回路 | d1 情報        |
| 20 判別回路            | d2 ガードインターバル |
| 21～23 電波           |              |

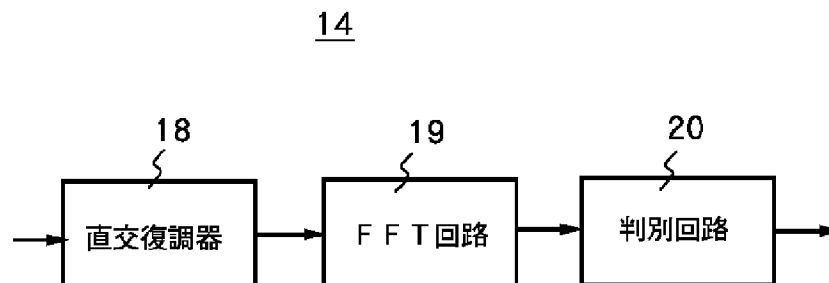
【図2】

図1中の階層変調回路の一例のブロック図



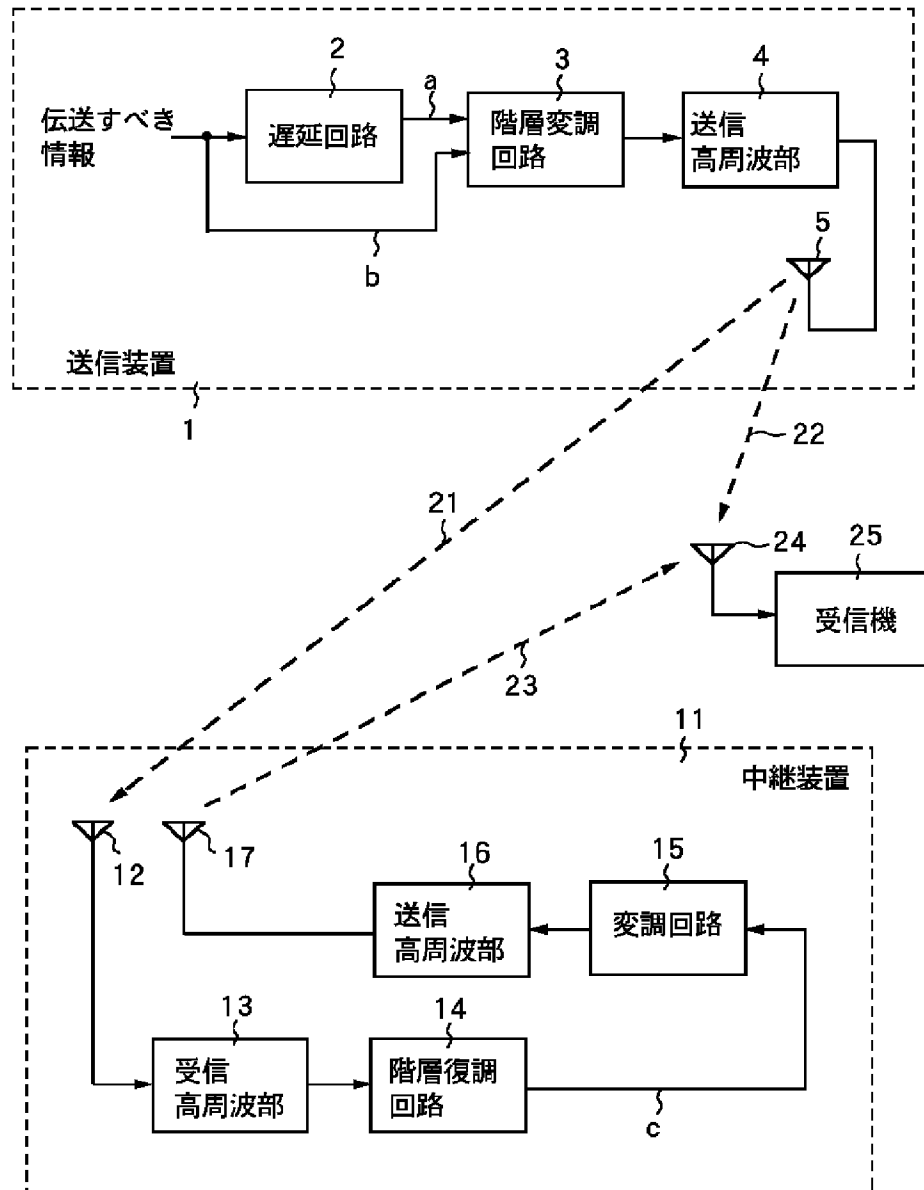
【図3】

図1中の階層復調回路の一例のブロック図



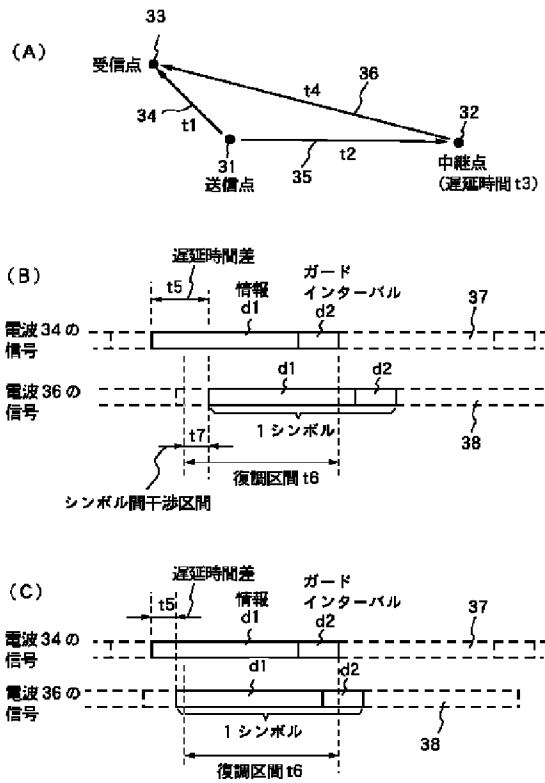
【図1】

本発明の第1の実施の形態のブロック図



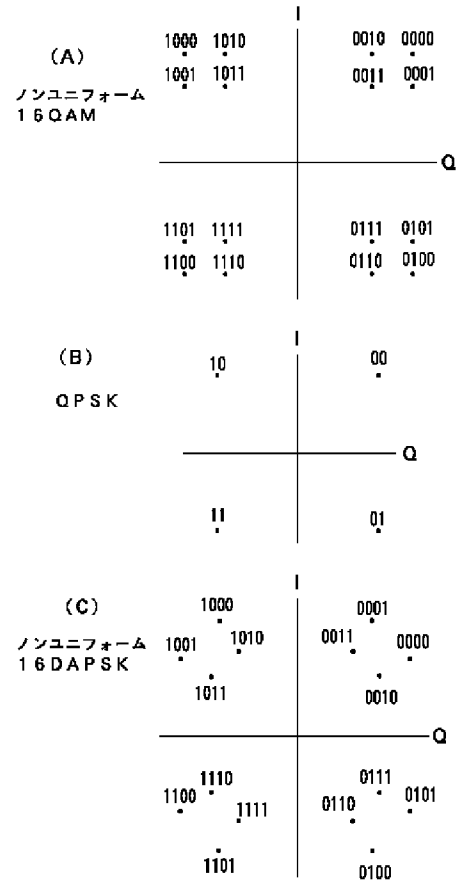
【図 4】

中継方式における送信点、中継点及び受信点の位置関係と信号の時間関係説明図



【図 5】

図 1 における階層変調回路を説明するコンスタレーション図



【図6】

本発明の中継装置の第2、第3の実施の形態のブロック図と、送信点と中継点との電波伝搬時間等の説明図

